

PAT-NO: JP02000049409A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000049409 A  
TITLE: INDUCTION SCATTERED LIGHT GENERATOR  
PUBN-DATE: February 18, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TAKAHASHI, EIICHI	N/A
MATSUMOTO, YUJI	N/A
OOWADANO, YOSHIROU	N/A
KUWABARA, KENJI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL	N/A

APPL-NO: JP10213625

APPL-DATE: July 29, 1998

INT-CL (IPC): H01S003/30, H01S003/17 , H01S003/223

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress self focusing or self phase modulation phenomenon of stimulation light by using an induction scattered light generator which is a mixture of an induction scattering medium and a medium having a negative nonlinear refractive index of reverse sign.

SOLUTION: Stimulated laser light 1 is incident into a Raman cell 3 at a high intensity and in a position opposite to seed stokes radiation 7. The stimulated laser light 1 and the seed stokes radiation 7 interact with each other and an amplified stoke light 6 is obtained as a result. In this case, since self focusing or self phase modulation phenomenon is caused by the

intensity of the stimulated laser light 1, xenon gas is mixed to suppress such a phenomenon. When only methane gas is used, the stimulation light with locally increased intensity due to the self focusing phenomenon causes generation of stokes radiation and the pulse is broken up. By adding xenon gas, self focusing or self phase modulation phenomenon of the excitation light can be suppressed.

COPYRIGHT: (C) 2000, JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-49409

(P2000-49409A)

(43)公開日 平成12年2月18日(2000.2.18)

(51)Int.Cl.	識別記号	F I	テーマト*(参考)
H 0 1 S	3/30	H 0 1 S	3/30 Z 5 F 0 7 1
	3/17		3/17 5 F 0 7 2
	3/223		3/223 Z

審査請求 有 請求項の数7 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平10-213625

(22)出願日 平成10年7月29日(1998.7.29)

(71)出願人 000001144

工業技術院長

東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

(72)発明者 高橋 栄一

茨城県つくば市梅園1丁目1番4 工業技術院電子技術総合研究所内

(72)発明者 松本 裕治

茨城県つくば市梅園1丁目1番4 工業技術院電子技術総合研究所内

(74)指定代理人 220000356

工業技術院電子技術総合研究所長

最終頁に続く

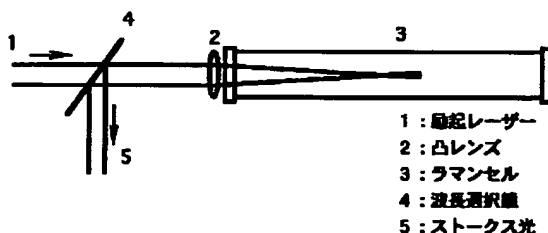
(54)【発明の名称】 誘導散乱光発生器

(57)【要約】

【課題】 本発明は、従来の誘導散乱光発生器の問題の原因であった励起光の自己集束や自己位相変調現象を抑制して、誘導ラマン散乱により生成されたストークス光、また誘導ブリルアン散乱を用いて生成された位相共役光の品質を改善することを目的としている。

【解決手段】 本発明は、誘導散乱媒質と逆の符号の負の非線形屈折率を持つ媒質を混合した誘導散乱光発生器を用いる。負の非線形屈折率を得る方法の例としては、媒質の2光子共鳴吸収準位からわずかに低いエネルギー領域ではその媒質は負の屈折率を持つ媒質として働くことを用いる。負の非線形屈折率を持つ媒質を、誘導散乱光発生器に用いている媒質の正の非線形屈折率を補正する量だけ混合することによって、励起光の自己集束や自己位相変調現象を抑制できる。

誘導散乱光発生器



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】誘導散乱媒質中に励起光を入射することにより誘導散乱光を発生させる誘導散乱光発生器において、

前記誘導散乱媒質として、所定の値の非線形屈折率を持つ第一の誘導散乱媒質に、該第一の誘導散乱媒質とは逆の符号の非線形屈折率を持つ第二の誘導散乱媒質を混合して用いることを特徴とする誘導散乱光発生器。

【請求項2】前記第一及び第二の誘導散乱媒質は、いずれもラマン散乱媒質又はブリルアン散乱媒質であることを特徴とする請求項1に記載の誘導散乱光発生器。

【請求項3】前記第一の誘導散乱媒質は正の非線形屈折率を持つものに対して、前記第二の誘導散乱媒質が負の非線形屈折率を持つことを特徴とする請求項1又は2に記載の誘導散乱光発生器。

【請求項4】前記誘導散乱光発生器は、誘導散乱発振器である請求項1～請求項3のいずれかに記載の誘導散乱光発生器。

【請求項5】前記誘導散乱光発生器は、誘導散乱増幅器である請求項1～請求項3のいずれかに記載の誘導散乱光発生器。

【請求項6】前記励起光としてRfエキシマレーザー光を用い、かつ前記第一の誘導散乱媒質としてメタンガスを、また前記第二の誘導散乱媒質としてキセノンガスを用いることを特徴とする請求項1に記載の誘導散乱光発生器。

【請求項7】前記励起光としてNdガラスレーザー光を用い、かつ前記第二の誘導散乱媒質としてセシウムガスを用いることを特徴とする請求項1に記載の誘導散乱光発生器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、レーザー光の生成技術の、誘導散乱光の生成を行う装置に関する

## 【0002】

【従来の技術】従来の誘導散乱光発生器として、図5に例を示すラマン散乱を用いて波長変換を行うストークス光発振器や、図6に例を示すブリルアン散乱を用いた位相共役鏡が製品として存在する。それらは、誘導散乱媒質中に励起光を入射して誘導散乱光を発生させていた。また、媒質は通常正の値の非線形屈折率を持っている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】非線形屈折率の例として電界強度の二乗に比例するものを考える。屈折率変化を $\Delta n$ 、電界強度を $E$ 、非線形屈折率を $n_2$ とするとこれらの関係は、 $\Delta n = n_2 |E|^2$ の様に表される。従って、時間的あるいは空間的に電界強度の高い部分の屈折率が増大する。空間的にこの効果が働いた場合、励起光の強度分布がレンズに相当する屈折率分布を引き起こし、自己集束現象（図7）により空間的強度分布の不均一が加速す

る。パルスの時間的強度分布にこの効果が働いた場合、パルスのピーク部分は強度が高いためその部分の速度が低下しパルス波形が変型する自己位相変調現象（図8）が生じる。

【0004】上記の誘導散乱光発生器ではストークス光を生成するしきい値を超えた励起光強度を実現するために媒質中に集光することが広く用いられている。この場合、図9に示す様に励起光強度、あるいは媒質の非線形屈折率の大きさによっては集光点付近で励起光は自己集束を起こしフィラメント状になってしまう。励起光のビーム強度分布の非一様性によってはフィラメントは単一とは限らず、励起光のビーム内部の各部分で自己集束が生じることにより局所的に強度が増し、誘導散乱光の発生開始地点がビームの各部分でそれぞれ異なることになる。誘導後方ラマンストークス光発生器ではこの現象により得られるストークス光が多数個の短パルスに分裂してしまうという問題があった。

【0005】それ故、本発明は、上記従来の誘導散乱光発生器の問題の原因であった励起光の自己集束や自己位相変調現象を抑制して、誘導ラマン散乱により生成されたストークス光、また誘導ブリルアン散乱を用いて生成された位相共役光の品質を改善することを目的としている。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記従来の課題を解決するため本発明は、誘導散乱媒質と逆の符号の負の非線形屈折率を持つ媒質を混合した誘導散乱光発生器を用いる。負の非線形屈折率を得る方法の例としては、媒質の2光子共鳴吸収準位からわずかに低いエネルギー領域ではその媒質は負の屈折率を持つ媒質として働くことを用いる。負の非線形屈折率を持つ媒質を、誘導散乱発振器に用いている媒質の正の非線形屈折率を補正しうる量だけ混合することによって、励起光の自己集束や自己位相変調現象を抑制できる。

## 【0007】

【発明の実施の形態】図1は本発明の誘導散乱光発生器を誘導ラマン散乱発振器に適用した例を示す。励起レーザー光1はラマンセル3中に凸レンズ2を用いて集光されている。生成されたストークス光5は励起レーザー光1と同じ光路を逆向きに伝搬し波長選択鏡4により分離される。焦点付近の励起レーザー光の強度が高くなるためキセノンガスを混合して自己集束や自己位相変調現象を抑制する。

【0008】また、図2は本発明の誘導散乱光発生器を誘導ラマン散乱増幅器に適用した例を示す。励起レーザー光1は高い強度で種ストークス光7と対向する配位でラマンセル3中に入射されている。セル3内で励起レーザー光1と種ストークス光7は相互作用しその結果増幅されたストークス光6を得る。このとき励起レーザー光1の強度によってはラマン媒質中で自己集束や自己位相

変調現象を起こすのでキセノンガスを混合してそれを抑制する。

【0009】上記の媒質を主にラマン散乱を起こすものから六フッ化硫黄などのブリルアン散乱を起こすものに置き換える、あるいはブリルアン利得を増すために媒質の圧力を上げるなどを行い、出力ストークス光の分離を波長選択鏡から偏光子などに置き換えることによって同様に誘導ブリルアン散乱を用いて誘導散乱光発生器が構成できる。

【0010】図3に示す様にキセノンガスはKrFレーザー光の波長248.4nmに相当するエネルギーよりもわずかに小さい2光子共鳴吸収の準位(波長に換算して249.6nm)を持つため、KrFレーザー光に対して負の非線形屈折率を持つ媒質として働く。同様な例はネオジウムガラスレーザーの波長1.06μmに対するセシウムなどがある。セル中に誘導散乱を起こす媒質を充填して、そこに入射するレーザー光の波長に対して負の屈折率を持つ媒質を混合する。例えばメタンガスをを用いて誘導ラマン散乱によりストークス光を得ようとする場合、メタンガスの非線形屈折率はKrF波長(248.4nm)、1気圧当たりおよそ $2.7 \times 10^{-16}$ esuあるため、レーザービームパターンの一様性、強度、集光条件によっては非線形光学効果によりビームが自己収束を起こし、得られるストークス光の発散角、パルス波形、スペクトル広がり等の品質が劣化する。他のラマン散乱を起こす媒質として二酸化炭素、窒素、酸素などがありそれぞれKrF波長における1気圧当たりの非線形屈折率は $+1.6 \times 10^{-14}$ esu、 $+1.8 \times 10^{-16}$ esu、 $+7.25 \times 10^{-16}$ esuとなる。一方、KrF波長に対してキセノンは1気圧当たり $-1.8 \times 10^{-14}$ esuの非線形屈折率を持つため少量メタンガスに混合することによって自己収束等を抑制し得られるストークス光の品質を良く保つことができる。

【0011】効果を確認するため下記の条件で予備的な実験を行った。実験条件を以下に示す。

励起光波長 : 248.4 nm  
 励起光強度 :  $6 \times 10^8$  W  
 メタンガス圧力 : 760 Torr  
 キセノンガス圧力 : 50 Torr  
 集光レンズ焦点距離 : 2.0 m

【0012】後方誘導ラマン散乱光のパルス波形をストリークカメラにより計測した。自己集束によるレーザー光の分裂は空間的に微小な領域で生じるためストリークカメラの時間分解性能を必要とする。図4に得られたス

トークス光のパルス波形の例を示す。メタンガスだけの場合、数10ピコ秒のパルス幅のストークス光が数10ピコ秒の間隔で2〜3個に分裂する現象が観測されたが、キセノンガスを50Torr添加することによって単一のストークス光パルスが得られた。このことは、メタンガスのみを用いた場合は自己集束現象で局所的に強度を増した励起光がストークス光を発生させ、パルスが分裂していたが、キセノンガスを添加することによって励起光の自己集束現象を抑制することができ、単一のパルスを得ることが可能になったことを示している。

【0013】

【発明の効果】本発明により、誘導ラマン散乱により生成されたストークス光、また誘導ブリルアン散乱を用いて生成された位相共役光の品質を改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の誘導散乱光発生器を誘導散乱発振器に適用した例を示す。

【図2】本発明の誘導散乱光発生器を誘導散乱増幅器に適用した例を示す。

【図3】キセノンの非線形屈折率を示す。

【図4】本発明の誘導ラマン散乱により得られたストークス光のパルス波形の例を示す。

【図5】従来の誘導散乱光発生器として、ラマン散乱を用いて波長変換を行うストークス光発振器を示す図である。

【図6】従来の誘導散乱光発生器として、ブリルアン散乱を用いた位相共役鏡を示す図である。

【図7】空間的強度分布の不均一が加速する自己集束現象を説明するための図である。

【図8】パルス波形が変型する自己位相変調現象を説明するための図である。

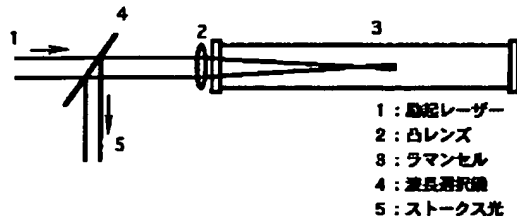
【図9】自己集束による集光概形の変形を説明するための図である。

【符号の説明】

- 1 励起レーザー
- 2 凸レンズ
- 3 ラマンセル
- 4 波長選択鏡
- 5 ストークス光
- 6 増幅ストークス光
- 7 種ストークス光

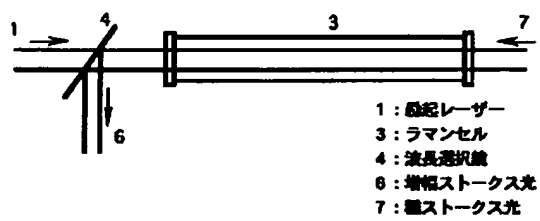
【図1】

誘導散乱光発振器



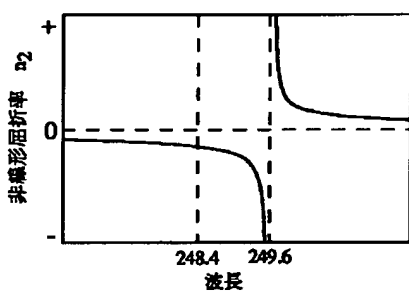
【図2】

誘導散乱光増幅器



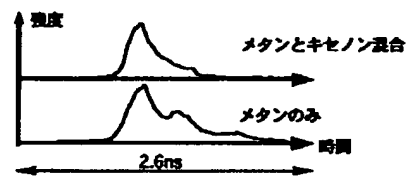
【図3】

キセノンの非線形屈折率



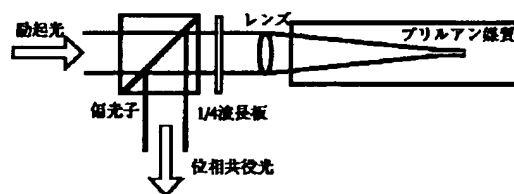
【図4】

実験結果



【図6】

誘導ブリルアン散乱による位相共役鏡例



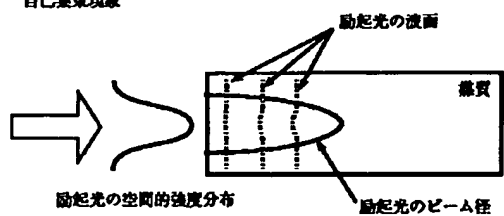
【図5】

誘導ラマン散乱によるストークス光発振器例



【図7】

自己集束現象



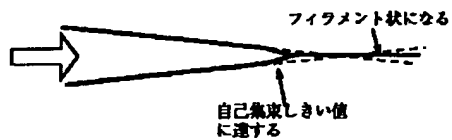
【図8】

自己位相変調現象



【図9】

自己集束による集光形状の変形



フロントページの続き

(72)発明者 大和田野 芳郎  
茨城県つくば市梅園1丁目1番4 工業技  
術院電子技術総合研究所内

(72)発明者 桑原 研爾  
茨城県つくば市梅園1丁目1番4 工業技  
術院電子技術総合研究所内  
Fターム(参考) 5F071 AA06 AA07 DD04  
5F072 AA06 AA07 AB08 KK30 PP10  
QQ06